

Beschreibung

Verfahren zur Ansteuerung eines Regenerierventils eines Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung eines Regenerierventils gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Moderne Kraftfahrzeuge mit Ottomotoren verfügen über einen Kraftstofftank, bei dem die während des Stillstands ausgasenden Kraftstoffdämpfe durch einen Aktivkohlefilter aufgefangen werden, um eine Umweltschädigung zu verhindern. Derartige Aktivkohlefilter weisen jedoch nur ein begrenztes Fassungsvermögen auf und müssen deshalb während des Fahrzeugbetriebs regeneriert werden, um anschließend wieder Kraftstoffdämpfe aufnehmen zu können. Diese Regeneration des Aktivkohlefilters erfolgt durch Spülung mit Frischluft, wobei die in dem Aktivkohlefilter angesammelten Kraftstoffdämpfe freigesetzt werden. Der Aktivkohlefilter ist hierzu über ein steuerbares Tankentlüftungsventil mit dem Saugrohr des Ottomotors verbunden, so dass der Ottomotor bei geöffnetem Tankentlüftungsventil durch den Aktivkohlefilter Frischluft ansaugt und den Aktivkohlefilter dadurch regeneriert.

Während der Regeneration des Aktivkohlefilters gelangen die aus dem Aktivkohlefilter freigespülten Kraftstoffdämpfe in das Saugrohr des Ottomotors und ändern dadurch das Gemischverhältnis und den Füllungsgrad, was zu einer Erhöhung des Motormoments führt.

30

Im Betrieb derartiger Ottomotoren kann dieser störende Einfluss der Regeneration des Aktivkohlefilters durch eine Regelung kompensiert werden, indem beispielsweise die Drosselklappenstellung entsprechend verändert oder der Zündwinkel verstellt wird.

Bei einem dynamischen Betrieb eines solchen Ottomotors ist jedoch eine derartige Regelung zur Kompensation des störenden Einflusses der Regeneration des Aktivkohlefilters oftmals nicht möglich, so dass eine Korrektur über eine geeignete Steuerung erfolgt. Die Steuerung beruht hierbei auf einem physikalischen Modell, das die Kenntnis der Ventilkennlinie des Tankentlüftungsventils voraussetzt. Der Zusammenhang zwischen dem pulsweitenmodulierten Steuersignal für das Tankentlüftungsventil und der entsprechenden Ventilstellung des Tankentlüftungsventils wird deshalb bei den bekannten Steuerungen herstellerseitig ermittelt und in einem Kennfeld abgespeichert, so dass die Steuerung im Betrieb auf den gespeicherten Zusammenhang zwischen dem Steuersignal und der zugehörigen Ventilstellung zurückgreifen kann, um den störenden Einfluss der Regeneration des Aktivkohlefilters durch eine geeignete Steuerung zu kompensieren.

Nachteilig an diesem bekannten Verfahren ist die Tatsache, dass der Zusammenhang zwischen dem pulsweitenmodulierten Steuersignal für das Tankentlüftungsventil und der resultierenden Ventilstellung Schwankungen unterliegen kann, wobei die Schwankungen auf Fertigungstoleranzen, Verschmutzungs- und Alterungseffekten sowie auf Temperatureinflüssen beruhen. Die herkömmliche Steuerung zur Kompensation des störenden Einflusses der Regeneration des Aktivkohlefilters arbeitet deshalb unbefriedigend.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ansteuerung eines Tankentlüftungsventils zu schaffen, das eine bessere Kompensation des störenden Einflusses der Regeneration des Aktivkohlefilters ermöglicht.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von einem bekannten Verfahren zur Ansteuerung eines Tankentlüftungsventils gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, den Zusammenhang zwischen dem Steuersignal für das Tankentlüftungsventil und der resultierenden Ventilstellung während des Betriebs im Rahmen eines Kalibrierungsvorgangs zu ermitteln.

- 5 Dies bietet den Vorteil, dass Alterungs- und Verschmutzungseffekte, Fertigungstoleranzen sowie Temperaturschwankungen berücksichtigt werden, was zu einer genaueren Bestimmung des Zusammenhangs zwischen dem Steuersignal und der resultierenden Ventilstellung führt. Bei einer Regeneration des Aktivkohlefilters kann der störende Einfluss der aus dem Aktivkohlefilter freigespülten Kraftstoffdämpfe dann besser kompensiert werden.

- 15 Der erfindungsgemäße Kalibrierungsvorgang wird vorzugsweise im Leerlauf der Brennkraftmaschine durchgeführt, wobei der störende Einfluss der aus dem Aktivkohlefilter freigespülten Kraftstoffdämpfe vorzugsweise durch ohnehin vorhandene Regelungen kompensiert wird.

- 20 Beispielsweise kann dabei die Leerlaufdrehzahl gemessen und durch einen Motoreingriff auf einen vorgegebenen Sollwert geregelt werden. Die aus dem Aktivkohlefilter bei dessen Regeneration ausgespülten Kraftstoffdämpfe führen dann zunächst zu einer Erhöhung des Motormoments und der resultierenden
25 Drehzahl, wobei diese Störgröße durch den Motoreingriff wieder ausgeregelt wird, wodurch die Leerlaufdrehzahl stabilisiert wird.

- 30 Es ist jedoch auch möglich, dass während des Kalibrierungsvorgangs die Luftzahl des Abgases der Brennkraftmaschine gemessen und auf einen vorgegebenen Sollwert eingeregelt wird. Die aus dem Aktivkohlefilter während der Regeneration ausgespülten Kraftstoffdämpfe führen dann zunächst zu einer Änderung des Gemischverhältnisses im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine, wodurch sich auch die Luftzahl des Abgases ändert.
35 Diese Änderung der Luftzahl durch die Regeneration des Aktiv-

kohlefilters wird dann durch einen geeigneten Motoreingriff kompensiert, wodurch die Luftzahl stabilisiert wird.

Die Stärke des während der Regeneration des Aktivkohlefilters zur Ausregelung der Störgröße erforderlichen Motoreingriffs ist hierbei ein Maß für die Menge der freigespülten Kraftstoffdämpfe und ermöglicht damit einen Rückschluss auf die Ventilstellung des Tankentlüftungsventils. Falls beispielsweise ein starker Motoreingriff erforderlich ist, um bei der Regeneration des Aktivkohlefilters die Störgröße auszuregeln, so beruht dies auf einem entsprechend großen Massen- bzw. Volumenstrom aus dem Aktivkohlefilter, der nur bei einem entsprechend weit geöffneten Tankentlüftungsventil möglich ist. Falls dagegen kein oder nur ein kleiner Motoreingriff erforderlich ist, um während der Regeneration des Aktivkohlefilters die Störgröße auszuregeln, so deutet dies darauf hin, dass das Tankentlüftungsventil geschlossen oder nur geringfügig geöffnet ist, so dass nur ein geringer Massen- bzw. Volumenstrom aus dem Aktivkohlefilter in den Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine abgesaugt wird.

Der Motoreingriff zur Kompensation der Regeneration des Aktivkohlefilters während des Kalibrierungsvorgangs kann verschiedene Maßnahmen umfassen, die allein oder in Kombination verwendet werden können.

Beispielsweise kann die Drosselklappenstellung verändert werden, um die während der Regeneration aus dem Aktivkohlefilter ausgespülten Kraftstoffdämpfe zu kompensieren. So kann die Drosselklappe während der Regeneration des Aktivkohlefilters ganz oder teilweise geschlossen werden, damit die Summe des über die Drosselklappe angesaugten Massen- bzw. Volumenstroms und dem aus dem Aktivkohlefilter ausgespülten Massen- bzw. Volumenstrom während der Regeneration des Aktivkohlefilters möglichst konstant bleibt.

Darüber hinaus kann der Motoreingriff zur Kompensation der während der Regeneration aus dem Aktivkohlefilter ausgespülten Kraftstoffdämpfe auch darin bestehen, den Zündwinkel zu verstellen, um das Motormoment entsprechend zu verändern.

- 5 Falls das Tankentlüftungsventil beispielsweise vollständig geöffnet wird, so strömt relativ viel Kraftstoffdampf in den Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine, wodurch der Füllungsgrad und damit das Motormoment erhöht wird. Der Zündwinkel kann dann nach spät verstellt werden, um das Motormoment entsprechend zu verringern.
- 10

- Die Erfindung erfordert nicht zwingend eine vollständige Bestimmung der Ventilkennlinie des Tankentlüftungsventils. Es ist vielmehr auch möglich, nur einzelne Stützstellen der Ventilkennlinie zu ermitteln.
- 15

- Von besonderer Bedeutung ist hierbei der Öffnungspunkt des Tankentlüftungsventils, also das Steuersignal, bei dem das Tankentlüftungsventil öffnet. Zur Bestimmung dieses Öffnungspunkts kann der Motoreingriff mit einem vorgegebenen Grenzwert verglichen werden. Falls die Stärke des zur Kompensation des aus dem Aktivkohlefilter ausgespülten Kraftstoffdampfs erforderlichen Motoreingriffs den Grenzwert überschreitet, so kann davon ausgegangen werden, dass das Tankentlüftungsventil geöffnet ist. Falls die Stärke des erforderlichen Motoreingriffs dagegen unter dem Grenzwert liegt, so deutet dies auf ein geschlossenes Tankentlüftungsventil hin.
- 20
- 25

- Falls der Motoreingriff aus einer Änderung der Drosselklappenstellung besteht, so kann der zur Kompensation erforderliche Änderungswinkel der Drosselklappenstellung mit dem Grenzwert verglichen werden, um den Öffnungspunkt des Tankentlüftungsventils zu ermitteln.
- 30

- 35 Wenn der Motoreingriff dagegen eine Zündwinkelverstellung umfasst, so kann die zur Kompensation erforderliche Zündwinkel-

änderung mit dem Grenzwert verglichen werden, um den Öffnungspunkt des Tankentlüftungsventils zu bestimmen.

Zur Bestimmung des Öffnungspunkts des Tankentlüftungsventils kann das Steuersignal für das Tankentlüftungsventils dann zunehmend gesteigert werden, bis der vorstehend beschriebene Vergleich des Motoreingriffs mit dem vorgegebenen Grenzwert anzeigt, dass das Tankentlüftungsventil geöffnet hat. Aus dem dafür erforderlichen Motoreingriff lässt sich dann die zugehörige Ventilstellung ableiten, wie bereits vorstehend beschrieben wurde.

Auf diese Weise ist es auch möglich, zusätzlich zu dem Öffnungspunkt weitere Stützstellen der Ventilkennlinie zu bestimmen. Hierzu werden nacheinander weitere Werte des Steuersignals für das Tankentlüftungsventil eingestellt, wobei jeweils der Motoreingriff ermittelt wird, der zur Kompensation der aus dem Aktivkohlefilter ausgespülten Kraftstoffdämpfe erforderlich. Aus dem jeweiligen Motoreingriff kann dann die zugehörige Ventilstellung abgeleitet werden, wie vorstehend beschrieben wurde. Auf diese Weise können dann mehrere Stützstellen der Ventilkennlinie ermittelt werden, wobei jede Stützstelle aus einem Wert des Steuersignals für das Tankentlüftungsventil und der Ventilstellung besteht.

Das Steuersignal für das Tankentlüftungsventil ist vorzugsweise ein pulsweitenmoduliertes elektrisches Signal, wobei die Pulsweite die Ventilstellung des Tankentlüftungsventils bestimmt. Es ist jedoch im Rahmen der Erfindung auch möglich, dass anstelle eines pulsweitenmodulierten Signal ein anderes Steuersignal verwendet wird, wie beispielsweise ein pulsamplitudenmoduliertes Signal.

Darüber hinaus ist die Erfindung nicht auf Tankentlüftungsventile für die eingangs erwähnten Ottomotoren beschränkt, sondern auch bei anderen Brennkraftmaschinen einsetzbar, die mit flüchtigen Kraftstoffen betrieben werden.

Weiterhin ist die Erfindung nicht auf Kraftstoffversorgungssysteme mit einem Aktivkohlefilter zur Speicherung der ausgasenden Kraftstoffdämpfe beschränkt. Es ist vielmehr auch möglich, dass anstelle eines Aktivkohlefilters ein anderes Bauteil verwendet wird, das die aus dem Kraftstofftank ausgasenden Kraftstoffdämpfe aufnehmen kann, um eine Umweltschädigung zu verhindern.

- 10 Ferner ist die Erfindung nicht auf Kraftstoffversorgungssysteme beschränkt, bei denen das Tankentlüftungsventil zwischen dem Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine und dem Aktivkohlefilter angeordnet ist. Die Erfindung umfasst vielmehr allgemein ein Verfahren zur Ansteuerung eines Regenerierventils eines
- 15 Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems, wobei das Regenerierventil auch an anderer Stelle innerhalb des Kraftstoffversorgungssystems angeordnet sein kann.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den

20 Unteransprüchen enthalten oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine mit einem Abgaskatalysator,

Figur 2a-2c das erfindungsgemäße Verfahren in Form eines Flussdiagramms sowie

Figur 3 eine Ventilkennlinie eines Entlüftungsventils.

- 30 Die Darstellung in Figur 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 1 mit einer Einspritzanlage, wobei die Brennkraftmaschine 1 in herkömmlicher Weise aufgebaut ist und deshalb nur schematisch dargestellt ist.
- 35 Die Brennkraftmaschine 1 wird durch eine elektronische Steuereinheit 2 angesteuert, wobei die Steuereinheit 2 beispielsweise

weise den Einspritzzeitpunkt sowie die Einspritzdauer der Einspritzanlage vorgibt.

5 Als Eingangssignale wertet die Steuereinheit 2 die Messsignale eines Luftmassensensors 3 sowie einer Lambda-Sonde 4 aus, wobei der Luftmassensensor 3 in einem Ansaugtrakt 5 der Brennkraftmaschine 1 angeordnet ist, während sich die Lambda-Sonde 4 auf der Auslassseite der Brennkraftmaschine 1 in einem Abgaskanal 6 befindet.

10 Darüber hinaus ist in dem Ansaugtrakt 5 der Brennkraftmaschine 1 auch eine Drosselklappe 7 angeordnet, die den von der Brennkraftmaschine 1 angesaugten Luftmassenstrom steuert und von der Steuereinheit 2 eingestellt wird.

15 Ferner ist in dem Abgaskanal 6 ein herkömmlicher Drei-Wege-Katalysator 8 angeordnet.

20 Zur Kraftstoffversorgung ist ein Kraftstoffbehälter 9 vorgesehen, der mit der Brennkraftmaschine 1 über eine nur schematisch dargestellte Kraftstoffleitung 10 verbunden ist.

25 Darüber hinaus weist der Kraftstoffbehälter 9 eine Entlüftungsleitung 11 auf, die in einen Aktivkohlefilter 12 mündet, wobei der Aktivkohlefilter 12 den aus dem Kraftstoffbehälter 9 ausgasenden Kraftstoff zwischenspeichern kann. Hierdurch wird verhindert, dass ausgasender Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter 9 austritt, was zu einer Umweltverschmutzung führen würde.

30 Der Aktivkohlefilter 12 hat jedoch nur eine begrenzte Speicherkapazität und muss deshalb gelegentlich mit Umgebungsluft gespült werden, um den gespeicherten Kraftstoff aus dem Aktivkohlefilter 12 auszuspülen. Der Aktivkohlefilter 12 ist
35 deshalb über ein steuerbares Ventil 13 mit der Umgebung verbunden, wobei das Ventil 13 von der Steuereinheit 2 angesteuert wird. Darüber hinaus ist der Aktivkohlefilter 12 über ein

steuerbares Ventil 14 mit dem Ansaugtrakt 5 der Brennkraftmaschine 1 verbunden.

Im geöffneten Zustand der Ventile 13 und 14 saugt die Brennkraftmaschine 1 also Umgebungsluft über den Aktivkohlefilter 12 an, wobei die in dem Aktivkohlefilter 12 gespeicherten Kraftstoffausgasungen ausgespült werden und dadurch das Gemisch in dem Ansaugtrakt 5 der Brennkraftmaschine 1 anfetten, was von der Lambda-Sonde 4 gemessen wird. Zum Spülen des Aktivkohlefilters 12 werden die beiden Ventile 13 und 14 also solange geöffnet, bis die Lambda-Sonde 4 keine Anfettung des Gemischs in dem Ansaugtrakt 5 mehr misst, da dann die gesamten Kraftstoffausgasungen aus dem Aktivkohlefilter 12 ausgespült sind und die Speicherfähigkeit des Aktivkohlefilters 12 somit wieder hergestellt ist.

Während der Spülung des Aktivkohlefilters 12 wird der Füllungsgrad der Brennkraftmaschine 1 durch die aus dem Aktivkohlefilter 12 ausgespülten Kraftstoffdämpfe erhöht, was mit einer Leistungssteigerung verbunden ist. Die Steuereinheit 2 kompensiert diesen störenden Einfluss der Regeneration des Aktivkohlefilters 12 jedoch durch eine Verstellung der Drosselklappe 7 und eine Änderung des Zündwinkels. Hierbei berücksichtigt die Steuereinheit 2 die von der Lambda-Sonde 4 gemessene Luftzahl λ entsprechend einem vorgegebenen physikalischen Modell, in das auch die in einem Kennlinienglied gespeicherte Ventilkennlinie 17 des Ventils 14 eingeht, die exemplarisch in Figur 3 dargestellt ist.

Darüber hinaus weist der Kraftstoffbehälter 9 einen Drucksensor 15 auf, der den Druck in dem Kraftstoffbehälter 9 misst und zur Auswertung des Messsignals mit der Steuereinheit 2 verbunden ist.

Schließlich ist in dem Kraftstoffbehälter 9 noch ein Temperatursensor 16 angeordnet, der die Kraftstofftemperatur misst und an die Steuereinheit 2 weitergibt. Dies ermöglicht vor-

teilhaft eine Berücksichtigung der Kraftstofftemperatur bei der Bestimmung der Kraftstoffqualität aus dem Ausgasungsverhalten, wodurch temperaturbedingte Messfehler vermieden werden.

5

Während des Leerlaufs der Brennkraftmaschine 1 führt die Steuereinheit 2 einen Kalibrierungsvorgang durch, um die Ventilkennlinie des Ventils 14 zu ermitteln. Die genaue Kenntnis der Ventilkennlinie des Ventils 14 ist wichtig, damit die Steuereinheit 2 anschließend im normalen Betrieb der Brennkraftmaschine 1 während der Regeneration des Aktivkohlefilters 12 bei geöffnetem Ventil 14 den störenden Einfluss der aus dem Aktivkohlefilter 12 ausgespülten Kraftstoffdämpfe kompensieren kann. Der Ablauf dieses Kalibrierungsvorgangs ist in den Figuren 2a bis 2c in Form eines Flussdiagramms dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Zu Beginn des Kalibrierungsvorgangs wird zunächst geprüft, ob die Bedingungen für die Kalibrierung erfüllt sind. Dies ist dann der Fall, wenn die Brennkraftmaschine 1 im Leerlauf betrieben wird, da dann die Drehzahl n der Brennkraftmaschine 1 und die Luftzahl λ auf vorgegebene Sollwerte geregelt wird.

Falls die Bedingungen für die Kalibrierung erfüllt sind, wird in einem nächsten Schritt die automatische Adaption der Drosselklappenstellung abgeschaltet. Andernfalls wird abgewartet, bis die Bedingungen für die Kalibrierung erfüllt sind.

Anschließend wird dann das Ventil 14 in einem nächsten Schritt geschlossen, indem das Ventil 14 mit einem pulsweitenmodulierten Steuersignal mit der Pulsweite $PW=0$ angesteuert wird.

Darauf hin werden dann die Drehzahl n und die Luftzahl λ von der Steuereinheit 2 auf die vorgegebenen Sollwerte geregelt, bis die Sollwerte erreicht sind.

In diesem stationären Leerlaufbetrieb werden dann die Regelgrößen gespeichert, wie der Zündwinkel und die Stellung der Drosselklappe 7. Die Kenntnis der Regelgrößen im stationären Leerlaufbetrieb ist wichtig, um anschließend die Regelabweichung und daraus die Ventilstellung des Ventils 14 ableiten zu können.

Es folgt dann in Figur 2b die Erhöhung der Pulsweite PW um einen vorgegebenen Inkrementalwert ΔPW und die Ansteuerung des Ventils 14 mit der erhöhten Pulsweite PW.

Dann wird die Drehzahl n und die Luftzahl λ wieder ausgegelt, bis der stationäre Leerlaufbetrieb erreicht ist.

Dabei werden wieder die Regelgrößen gespeichert, die zur Ausregelung der Störung erforderlich sind.

Falls diese neuen Regelgrößen mit den zuvor im stationären Leerlaufbetrieb ermittelten Regelgrößen übereinstimmen, so wurde der Füllungsgrad der Brennkraftmaschine 1 noch nicht durch Kraftstoffdämpfe aus dem Aktivkohlefilter 12 erhöht, so dass man davon ausgehen kann, dass das Ventil 14 bei der Pulsweite PW noch geschlossen ist.

Die Pulsweite PW wird dann solange erhöht, bis die neuen Regelgrößen von den eingangs für den stationären Leerlaufbetrieb ermittelten Regelgrößen signifikant abweichen, was auf ein geöffnetes Ventil 14 hindeutet. Die aktuelle Pulsweite PW ist dann gleich der Pulsweite PW_{MIN} , bei der das Ventil 12 öffnet, wie anhand der Ventilkennlinie 17 in Figur 3 dargestellt ist.

In den in Figur 2c dargestellten Schritten des erfindungsgemäßen Kalibrierungsverfahrens wird dann noch der weitere Verlauf der Ventilkennlinie 17 ermittelt.

Hierzu wird die Pulsweite PW mehrfach nacheinander um den Inkrementalwert ΔPW erhöht, wobei jeweils abgewartet wird, bis

12

die Drehzahl n und die Luftzahl λ auf die vorgegebenen Sollwerte eingeregelt sind.

5 Dabei werden jeweils die Regelgrößen ermittelt, die zur Kompensation der aus dem Aktivkohlefilter 12 abgesaugten Kraftstoffdämpfe erforderlich sind.

10 Aus diesen Regelgrößen wird dann die zugehörigen Ventilstellung Q ermittelt, wodurch jeweils eine Stützstelle (Q_i , PW_i) bekannt ist.

15 Auf diese Weise werden nacheinander zahlreiche Stützstellen der Ventilkennlinie 17 ermittelt, bis die Pulsweite PW einen vorgegebenen Maximalwert PW_{MAX} überschreitet.

20 Die einzelnen Stützstellen der Ventilkennlinie 17 werden dann in einem Kennlinienglied abgespeichert und während des normalen Betriebs der Brennkraftmaschine 1 verwendet, um die bei der Regeneration des Aktivkohlefilters 12 aus dem Aktivkohlefilter 12 ausgespülten Kraftstoffdämpfe zu kompensieren.

25 Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines Regenerierventils (14) eines Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems (12) für eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Tankentlüftungsventils zur Regeneration eines Aktivkohlefilters, bei dem das Regenerierventil (14) mit einem Steuersignal (PW) angesteuert wird, wobei das Steuersignal (PW) einer bestimmten Ventilstellung (Q) des Regenerierventils (14) entspricht,
5
10 dadurch gekennzeichnet,
dass der Zusammenhang (17) zwischen dem Steuersignal (PW) und der resultierenden Ventilstellung (Q) des Regenerierventils (14) in einem Kalibrierungsvorgang ermittelt wird.
- 15 2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch
folgende Schritte:
- Öffnen des Regenerierventils (14) zur Regeneration des Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems (12) durch Ansteuerung
20 mit einem vorgegebenen Steuersignal (PW)
 - Absaugen von Kraftstoffdampf aus dem Kraftstoffdampf-Rückhaltesystem (12) in die Brennkraftmaschine (1)
 - Kompensation der durch den abgesaugten Kraftstoffdampf veränderten Gemischzusammensetzung durch einen Motoreingriff
25
 - Bestimmung des Zusammenhangs (17) zwischen dem Steuersignal (PW) und der resultierenden Ventilstellung (Q) des Regenerierventils (14) aus dem vorgegebenen Steuersignal (PW) und dem zur Kompensation erforderlichen Motoreingriff.
30
3. Betriebsverfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Motoreingriff zur Kompensation der veränderten Gemischzusammensetzung eine Zündwinkelverstellung umfasst.
35

4. Betriebsverfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Motoreingriff zur Kompensation der veränderten Ge-
mischzusammensetzung ein Änderung der Drosselklappenstellung
5 umfasst.

5. Betriebsverfahren nach mindestens einem der vorhergehen-
den Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine (1) gemessen und
während der Regeneration des Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems
(12) durch den Motoreingriff auf einen vorgegebenen Sollwert
geregelt wird.

15 6. Betriebsverfahren nach mindestens einem der vorhergehen-
den Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Luftzahl des Abgases der Brennkraftmaschine (1) ge-
messen und während der Regeneration des Kraftstoffdampf-Rück-
20 haltesystems (12) durch den Motoreingriff auf einen vorgege-
benen Sollwert geregelt wird.

7. Betriebsverfahren nach mindestens einem der vorhergehen-
den Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass bei dem Kalibrierungsvorgang der Motoreingriff ermittelt
und mit mindestens einem vorgegebenen Grenzwert verglichen
wird, um das Steuersignal zu ermitteln, bei dem das Regene-
rierventil (14) öffnet.

30 8. Betriebsverfahren nach mindestens einem der vorhergehen-
den Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass aus dem zur Kompensation erforderlichen Motoreingriff
35 die Ventilstellung (Q) des Regenerierventils (14) ermittelt
wird.

9. Betriebsverfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- 5 - Sequentielle Ansteuerung des Regenerierventils (14) mit verschiedenen Werte des Steuersignals (PW)
- Regelung der Drehzahl (n) und/oder der Luftzahl (λ) der Brennkraftmaschine (1) auf vorgegebene Sollwerte bei jedem Wert des Steuersignals (PW) und Ermittlung des dafür erforderlichen Motoreingriffs
- 10 - Ableitung der Ventilstellung (Q) des Regenerierventils (14) aus dem Motoreingriff bei jedem Wert des Steuersignals (PW)
- Speicherung der einzelnen Werte des Steuersignals (PW) und der resultierenden Ventilstellung als Stützstellen einer
- 15 Ventilkennlinie.

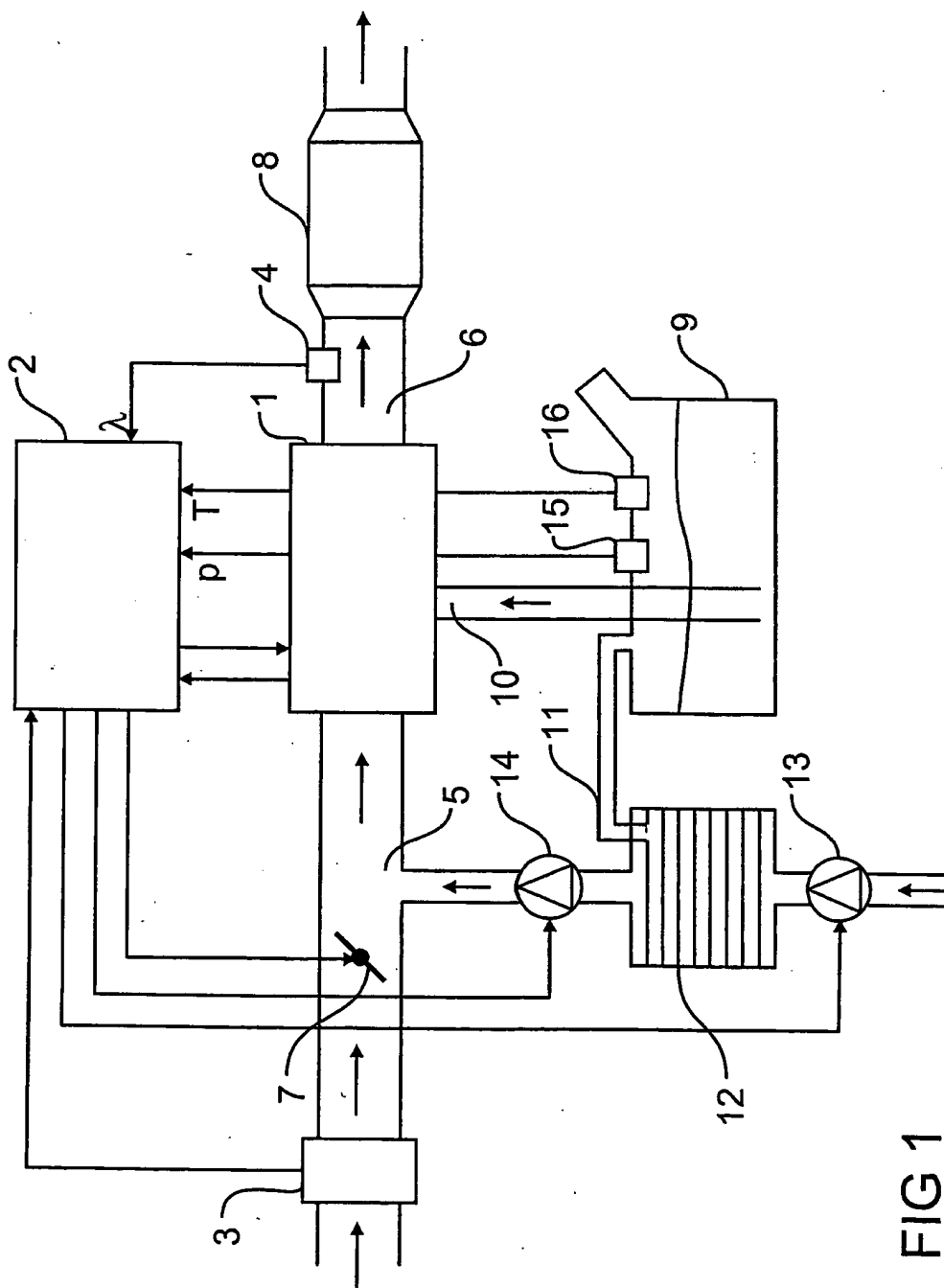


FIG 1

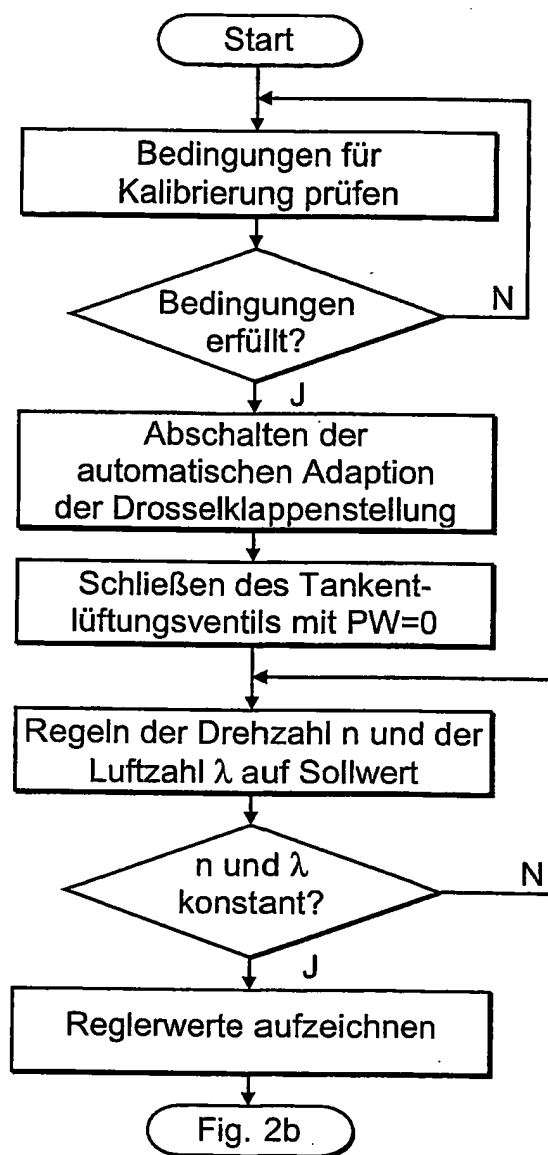


FIG 2a

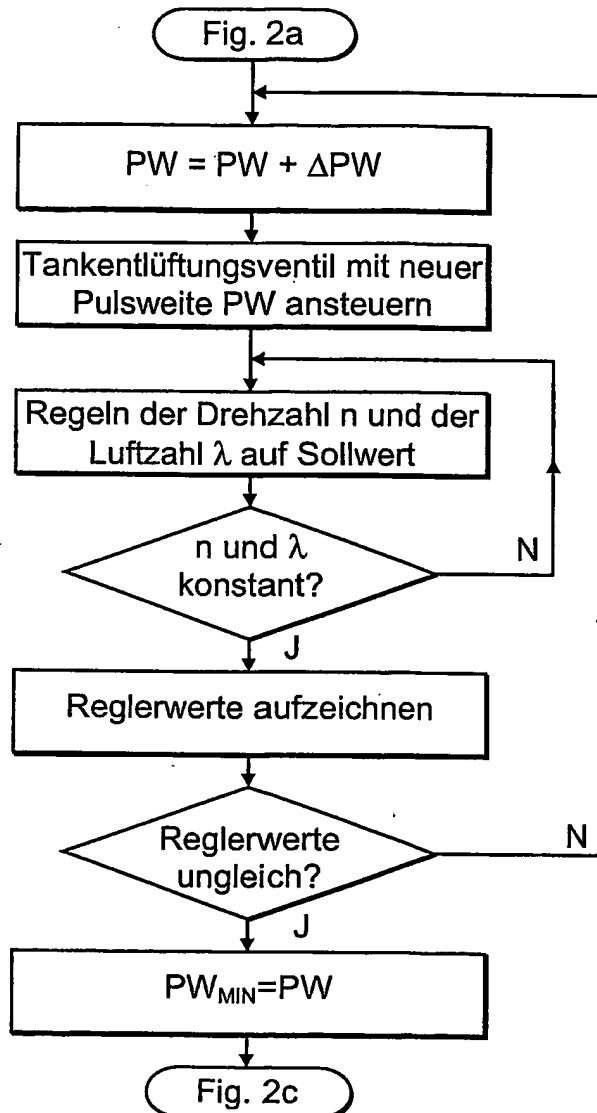


FIG 2b

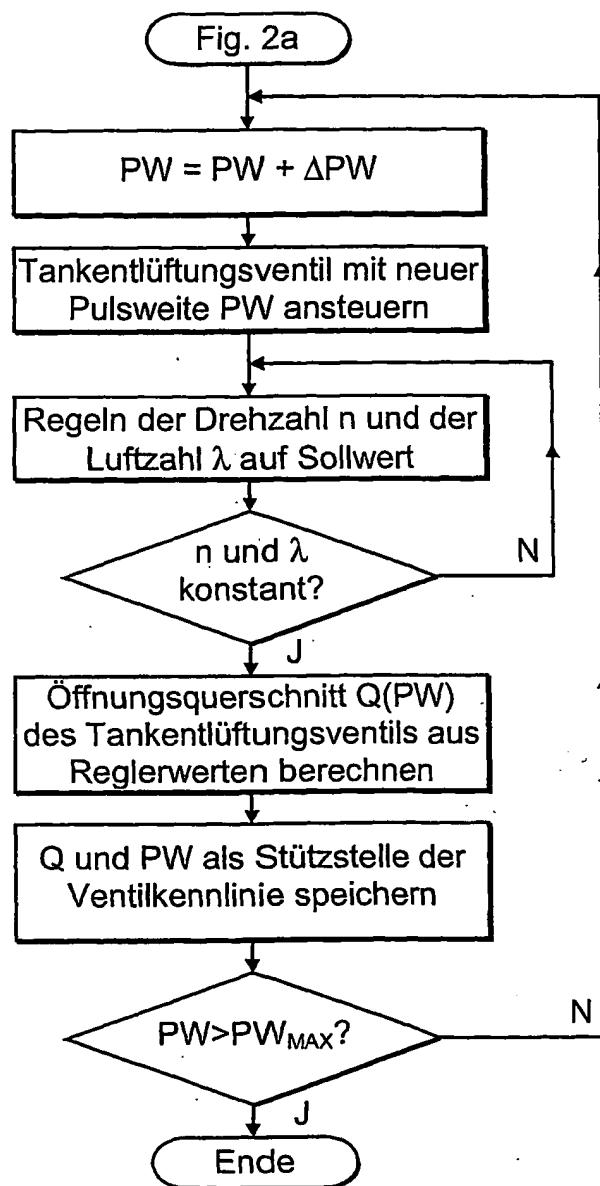


FIG 2c

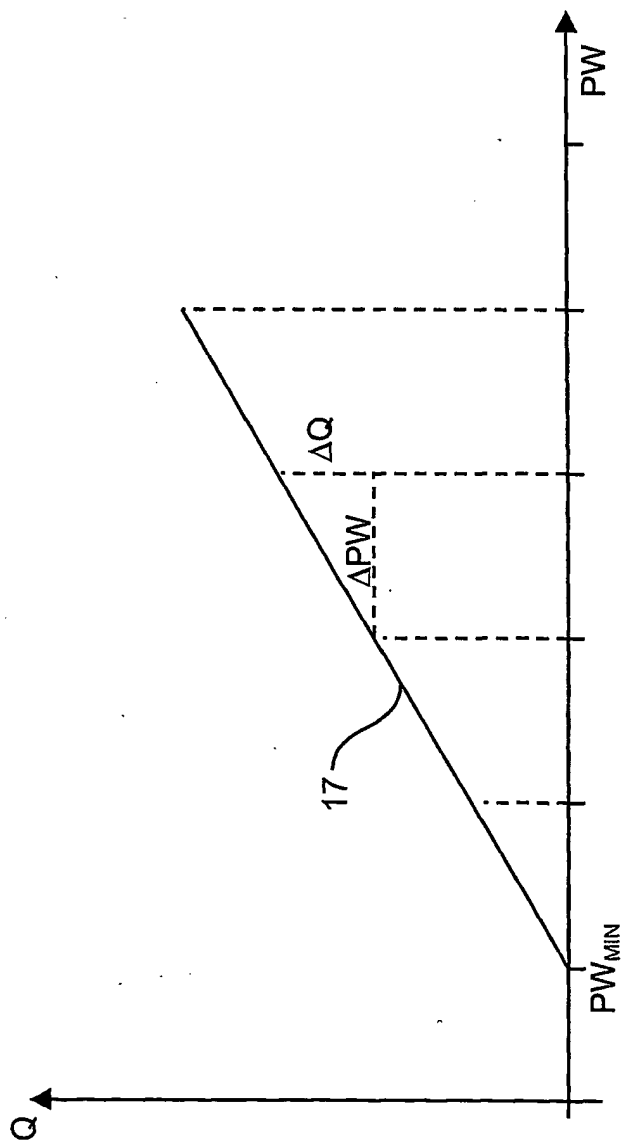


FIG 3